



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 197 16 816 C 2

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
B 21 D 26/02  
B 21 D 37/08  
B 26 D 3/16  
B 26 D 1/00

21 Aktenzeichen: 197 16 816.7-14  
22 Anmeldetag: 22. 4. 97  
43 Offenlegungstag: 29. 10. 98  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 27. 5. 99

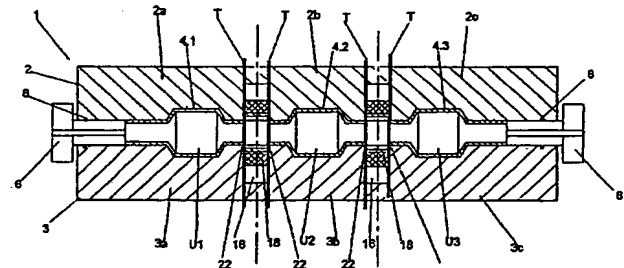
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Forschungsgesellschaft Umformtechnik mbH,  
70174 Stuttgart, DE  
74 Vertreter:  
Rumrich, G., Dipl.-Ing. Pat.-Ing., Pat.-Anw., 09116  
Chemnitz

72 Erfinder:  
Schwager, Aribert, Prof. Dr.-Ing.habil., 71679  
Asperg, DE; Siegert, Klaus, Prof. Dr.-Ing., 71063  
Sindelfingen, DE; Lösch, Bruno, Dipl.-Ing., 71032  
Böblingen, DE; Rieger, Ralf, Dipl.-Ing., 70734  
Fellbach, DE  
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 43 22 061 C1  
DE 41 03 083 C1  
DE 1 95 12 657 A1  
Handge, L.: "Technik des  
Innenhochdruckumformens  
auf der Euro-Blech '96 in Hannover", in: Bänder  
Bleche Rohre 12-1996, S. 30-32;

54 Verfahren und Vorrichtung zum Trennen eines nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren hergestellten  
Hohlkörpers

57 Verfahren zum Trennen eines nach dem Innenhoch-  
druck- oder Hydroumformverfahren hergestellten Werk-  
stücks (4), bei dem das Werkstück (4)  
– nach dem Innenhochdruck- oder Hydroumformen im  
Umformwerkzeug (1) verbleibt und  
– durch wenigstens eine Schneidkante (22, 28, 30, 36, 38)  
getrennt wird, die in einer das Werkstück (4) durchdrin-  
genden Trennfläche (T) wirkt und zum Trennen aktivierbar  
ist, indem  
– das Umformwerkzeug (1) in der Trennfläche (T) geteilt  
ist und die mindestens zwei Werkzeugteile (2a, 3a und 2b,  
3b) in der Trennfläche (T) relativ zueinander und zum  
Werkstück (4) bewegt werden, so daß die an den Werk-  
zeugteilen (2a, 3a und 2b, 3b) ausgebildeten Schneidkan-  
ten (36, 38) das Werkstück (4) trennen, und/oder  
– das Umformwerkzeug (1) oder dessen Werkzeugteile  
(2a, 3a und 2b, 3b) ein weiteres Bauteil (18, 26) aufneh-  
men, das in der Trennfläche (T) relativ zum Umformwerk-  
zeug (1) oder dessen Werkzeugteilen (2a, 3a, und 2b, 3b)  
und zum Werkstück (4) bewegt wird, so daß die am Bau-  
teil (26) und/oder am Umformwerkzeug (1) oder dessen  
Werkzeugteilen (2a, 3a und 2b, 3b) ausgebildeten  
Schneidkanten (22, 28, 30) das Werkstück (4) trennen.



DE 197 16 816 C 2

DE 197 16 816 C 2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trennen eines nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren hergestellten Hohlkörpers.

Das Innenhochdruck-Umformverfahren beruht darauf, einen Rohling, z. B. ein Rohr, in ein Werkzeug einzulegen, den Rohling beidseitig abzudichten und derart mit Druck zu beaufschlagen, daß sich der Rohling an die vom ihm beabstandeten Bereiche des Werkzeugs anschmiegt und so dessen Formkonturen annimmt. Auf diese Weise lassen sich Hohlkörper herstellen, die einerseits eine komplizierte Form aufweisen können, andererseits aber bei hoher Festigkeit eine geringe Wandstärke und damit ein geringes Gewicht besitzen. Aus Gründen der Ökonomie, aber auch der Genauigkeit werden in einem Umformwerkzeug oft eine Vielzahl gleicher Bauteile oder unterschiedliche Abschnitte eines später zu fügenden Gesamtbauteils gefertigt. Eine Vorrichtung zum gleichzeitigen Herstellen mehrerer Teilhohlkörper besteht gem. DE 43 22 061 C1 aus einer Umformpresse mit mehreren Werkzeuganordnungen, denen jeweils ein von einer gemeinsamen Hochdruckquelle gespeister Druckzuführungsstößel zugeordnet ist. Dieser Vorrichtung kann man nach dem Umformen mehrere verschiedene Teilhohlkörper entnehmen, um diese anschließend zu einem Gesamthohlkörper zusammenzufügen. Die Vielzahl der Werkzeuganordnungen macht die Vorrichtung störungsanfällig und teuer. Dagegen sieht ein Verfahren zum Herstellen eines aus zwei Gehäuseteilen bestehenden rohrförmigen Gehäuses, insbesondere eines Ventilgehäuses (DE 195 12 657 A1), nur ein einziges Innenhochdruck-Umformwerkzeug vor. Die beiden Gehäuseteile werden darin zusammenhängend gefertigt, nach der Entnahme getrennt und schließlich mit korrespondierenden Gewinden versehen. Nach einem Herstellungsverfahren gemäß DE 4103 083 C1 werden in einem Innenhochdruck-Umformwerkzeug zwei gleiche Metallrohrabzweige gefertigt und nach der Entnahme voneinander und von Rohrendabschnitten getrennt. Beiden Herstellungsverfahren ist gemeinsam, die Zwischenprodukte nach dem Innenhochdruck-Umformen handhaben und in einer weiteren Vorrichtung zu Endprodukten trennen zu müssen. Das Handhaben erfordert Zeit, verschiedene Vorrichtungen beeinträchtigen die Genauigkeit, beides verkörpert einen hohen Aufwand.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trennen eines nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren hergestellten Hohlkörpers zu schaffen, die den Handhabungs- und Vorrichtungsaufwand verringert. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bezüglich des Verfahrens durch die Merkmale des ersten Patentanspruchs und bezüglich der Vorrichtung durch die Merkmale des Patentanspruchs 6 gelöst. Ausgestaltungen sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben.

Der Hohlkörper verbleibt also nach dem Innenhochdruck-Umformen im Umformwerkzeug und wird durch mindestens eine in einer Trennebene umlaufende und zum Trennen aktivierbare Schneidkante getrennt. Dadurch entfallen sowohl zusätzliche Handhabungsvorgänge als auch zusätzliche Trennvorrichtungen außerhalb des Werkzeuges. Die Schneidkante ist während des Innenhochdruckumformens unwirksam und muß zum Trennen aktiviert werden. Dazu besteht die Möglichkeit, die am Umformwerkzeug ausgebildete Schneidkante oder deren Umgebung mit einem Hilfsmaterial zu umgeben, das dem Umformdruck standhält, einem höheren Druck aber ausweicht, so daß der Hohlkörper unter dem Einfluß des Innenhochdrucks an der freiliegenden Schneidkante getrennt wird.

Durchdringt die Trennebene einen zylindrischen Hohl-

körperabschnitt, übernimmt diese Hilfsmaterialfunktion ein neben der Schneidkante umlaufender und mit Hochdruck beaufschlagbarer nachgiebig ausgebildeter Ring, der auch als Einwegring ausgebildet sein kann, z. B. als geteilter oder voller Elastomerring. Eine hinsichtlich der Vorrichtung aufwendigere Möglichkeit besteht darin, den Ring aus starren Segmenten zu bilden, die beispielsweise federnd angeordnet sind. Außerdem kann ein in der Trennebene schwingfähiger Ring vorgesehen werden, der die Schneidkante im Rhythmus der Schwingungen unter Innenhochdruck abschnittsweise freigibt. Es ist weiterhin möglich, den Ring selbst mit einer Schneidkante zu versehen und in der Trennebene separat oder in bezug auf eine feststehende Schneidkante zu bewegen, z. B. in zwei zueinander senkrecht liegenden Achsen oder mittels einer exzentrischen Rotationsbewegung. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, anstelle eines Ringes eine Trennscheibe einzusetzen, die nach dem Innenhochdruckumformen eine Relativbewegung im Verhältnis zum Werkzeug in einer zur Achse des Werkstückes senkrecht liegenden Ebene vollführt. Als weitere Variante kann auch eine Hälfte des Werkzeuges diese Relativbewegung ausführen und dadurch die Schneidkante in der Trennebene aktivieren. Vorzugsweise sollte der Trennvorgang jedoch auch in diesem Fall unter Innenhochdruck erfolgen, zum einen, damit sich der von einer bewegten Schneidkante belastete Hohlkörperbereich am Innenhochdruck abstützen kann, und zum anderen, damit sich der an einer freiliegenden festen Schneidkante anliegende Hohlkörperbereich unter dem Einfluß des Innenhochdruckes an dieser Schneidkante auftrennen kann. Neben zylindrischen Hohlkörpern sind auch andere Hohlprofile und unregelmäßig geformte Hohlkörper erfaßt. Weiterhin besteht auch die Möglichkeit, blechförmige Teile durch entsprechende Relativbewegungen der Werkzeugelemente unter Beibehaltung der Lage im Innenhochdruck-Werkzeug zu trennen. Insbesondere ist es möglich, den Ziehrand von Blechteilen abzutrennen. Hierzu wird beispielsweise statt eines in einer Ringnut aufgenommenen nachgiebigen Ringes ein nachgiebiges Band verwendet, das in einer Nut aufgenommen ist, die sich entlang einer Trennschur erstreckt, wobei diese in Abhängigkeit von der gewünschten Randkontur des Werkstückes einen beliebigen Verlauf nehmen kann wie z. B. den einer Geraden, eines Kreisbogens oder einer Wellenlinie. Selbstverständlich ist das Trennen entlang einer den Hohlkörper umgebenden Trennschur auch durch die anderen erfindungsgemäßen Relativbewegungen möglich.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a: Werkzeug mit einem verdrängbaren Elastomerring,

Fig. 1b: einen Ausschnitt aus Fig. 1a nach dem Umformen,

Fig. 1c: den entsprechenden Ausschnitt nach dem Trennen,

Fig. 1d: einen Querschnitt durch einen verdrängbaren segmentierten Ring,

Fig. 2a: Werkzeug mit Trennscheiben vor dem Trennen,

Fig. 2b: Werkzeug mit Trennscheiben nach dem Trennen,

Fig. 3a: Geteiltes Werkzeug mit Relativbewegung einer Werkzeughälfte, vor dem Trennen,

Fig. 3b: Geteiltes Werkzeug mit Relativbewegung einer Werkzeughälfte, nach dem Trennen,

Fig. 4a: Werkzeug, ähnlich wie in Fig. 3, jedoch zum Abtrennen eines Rohrendes, vor dem Trennen,

Fig. 4b: Werkzeug, ähnlich wie in Fig. 3, jedoch zum Abtrennen eines Rohrendes, nach dem Trennen,

Fig. 5: Trennen des umlaufenden Blechrandes nach dem

Innenhochdruckumformen.

Die in Fig. 1a gezeigte Vorrichtung zum Trennen eines nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren hergestellten Hohlkörpers geht von einem Umformwerkzeug 1 aus, welches bekannter Weise aus einem Werkzeugoberteil 2 und einem Werkzeugunterteil 3 besteht. Im Umformwerkzeug 1 sind Stößel 6 geführt, die an den Stirnseiten des Rohres 4 anliegen und dieses längs der Rohrachse A in das Werkzeuginnere schieben können. Sie sind gegenüber dem Umformwerkzeug 2 mit Dichtungsringen 8 abgedichtet. Ihre axial verlaufenden Druckmittelkanäle 10 führen über eine Steuereinrichtung 12 an eine Hochdruckquelle 14. Das Umformwerkzeug 1 weist in seiner Längsausdehnung drei Umformbereiche U1, U2, U3 auf, in denen sein Innendurchmesser größer als der Rohrdurchmesser ist. Dementsprechend besteht das Werkzeugoberteil 2 aus den Bereichen 2a, 2b, 2c und das Werkzeugunterteil aus den dazu fluchtenden Bereichen 3a, 3b, 3c. Zwischen diesen Bereichen befinden sich Ringnuten 16. In jeder Ringnut 16 wird ein Elastomerring 18 aufgenommen. Diese liegen mit ihren Innenmänteln am Rohr 4 an, während ihre Außenmäntel an die Ringnuten 16 in Form von Druckräumen führen, die über die Steuereinrichtung 12 mit der Hochdruckquelle 14 verbunden sind. Die umlaufenden Kanten 22 der Ringnuten 16 sind als Schneidkanten ausgebildet. Sie bilden insgesamt vier Trennebenen T.

Die Wirkungsweise ist folgende:

Zunächst wird das rohrförmige Werkstück (Hohlkörper 4) auf bekannte Weise durch Innenhochdruckumformen umgeformt, wobei die Steuereinrichtung 12 das Innere des Hohlkörpers 4 mit Hochdruck beaufschlagt, so daß sich der Hohlkörper 4 in den drei Werkzeugbereichen größeren Innendurchmessers, d. h. in den Umformbereichen U1, U2, U3 aufweitet und schließlich an das Werkzeug anlegt. Gleichzeitig mit der Druckbeaufschlagung werden die Stößel 6 betätigt, um das Rohr (Hohlkörper 4) axial nachzuführen. Nach dem Umformvorgang (Fig. 1b) wird das im Werkzeug 1 verbleibende Werkstück 4 getrennt, wobei die Steuereinrichtung 12 zunächst den Druck im Hohlkörperinneren erhöht. Dadurch weiten sich die Elastomerringe 18, die dem durch den Hohlkörper 4 vermittelten Hochdruck während des Umformens noch standgehalten haben, unter dem erhöhten Innendruck auf und die Schneidkanten 22 werden freigeben, wodurch das Werkstück 4 in drei Werkstückelemente getrennt wird. Nach abgeschlossenem Trennvorgang (Fig. 1c) können dem Werkzeug 1 drei umgeformte und voneinander getrennte Hohlkörper 4.1, 4.2 und 4.3 entnommen werden. Zuvor beaufschlagt die Steuereinrichtung 12 noch die Druckräume mit Druck, um die Elastomerringe 18 zusammen mit den abgetrennten Rohrab schnitten aus den Ringnuten 16 auszustoßen. In diesem Ausführungsbeispiel wurden Hohlkörperbereiche 4.1, 4.2, 4.3 voneinander getrennt, die als Einzelbauteile Verwendung finden. Es ist jedoch auch vorgesehen, nach dem Umformen beispielsweise Endbereiche abzutrennen, die nicht mehr verwendet werden (s. auch Fig. 4a und 4b). In diesem Fall ist es ausreichend, nur die bauteilzugewandte Innennutkante als Schneidkante 22 auszubilden. Ebenso ist es möglich, in der Ringnut 16 statt eines nachgiebigen Einwegringes einen (vorzugsweise geteilten) wiederverwendbaren elastischen Ring 18 aufzunehmen, oder einen Ring 18 einzusetzen, der aus starren Ringsegmenten besteht, die mittels Federelementen 19 federnd angeordnet sind (Fig. 1d). In diesen Fällen kann die Druckbeaufschlagung an den Außenmänteln der Ringe entfallen (Fig. 1b und 1c), sofern deren Aufweitung wie beschrieben durch einen über dem Umformdruck liegenden Trenndruck erfolgt.

Gemäß einer nichtdargestellten Variante kann sich in der

Ringnut auch ein Ring 18 befinden, der die als Schneidkanten 22 ausgebildeten Ringnutkanten unter dem Einfluß einer hochfrequenten Schwingung freigibt. Der Innenhochdruck bewirkt dann das Auftrennen des Hohlkörpers 4 im Rhythmus dieser Schwingungen. Allen Varianten ist gemeinsam, daß die Schneidkanten um einen Weg freigegeben werden müssen, der größer ist als die Wandstärke des zu trennenden Hohlkörpers. Die Schwingungsamplitude kann jedoch kleiner als die Wandstärke sein. Der Ring 18 kann auch eine Bewegung in zwei um 90° versetzten oder drei um 60° versetzten Ebenen oder eine exzentrische Rotationsbewegung durchführen, wobei eine insgesamt umlaufende Schneidkante erzeugt wird.

Eine weitere Ausbildung der Erfindung ist in den Fig. 2a und 2b gezeigt. Hier sind die Schneidkanten 22 in ein und derselben Trennebene T sowohl am Werkzeug 1 als auch an einer bezüglich der Achse A des Hohlkörpers 4 auf Werkzeugelementen 25 exzentrisch gelagerten Trennscheibe 26 ausgebildet. Dreht sich diese durch den nicht dargestellten Antrieb um die Achse B, dringen die an der Trennscheibe 26 ausgebildeten Schneidkanten 28 in den Hohlkörper 4 ein, während der Werkstückwerkstoff an den am Werkzeug 1 ausgebildeten feststehenden Schneidkanten 30 getrennt wird. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung (Fig. 3a und 3b) ist das in der Werkzeug 1 in der Trennebene T geteilt, wobei die Bereiche 2b und 2b des Werkzeugoberteils 2 und die Bereiche 3a und 3b des Werkzeugunterteils 3 mit Schneidkanten 36 bzw. 38 versehen sind. Durch einen nicht dargestellten Antrieb wird das Werkzeugteil mit den Werkzeughälften 2b und 3b relativ zum feststehenden Werkzeughälfte 2a und 3a senkrecht zur Achse des Hohlkörpers 4 entweder in zwei zueinander senkrecht stehenden Ebenen oder durch eine exzentrische Drehbewegung bewegt, so daß dessen Schneidkante 38 in den Hohlkörper 4 eindringt, und das Werkstück 4 durch die zusätzliche Schneidwirkung der Schneidkante des feststehenden Werkzeugteils 32 in der Trennebene T getrennt wird. Es entstehen zwei Hohlkörper 4.1 und 4.2, die nun aus dem geöffneten Werkzeug 1 entnommen werden können.

In Fig. 4a und Fig. 4b wird das Trennen eines Rohrendes E vom umgeformten Hohlkörper 4 gezeigt, wobei die Trennebene T im Bereich des umgeformten Werkstückbereiches des Hohlkörpers 4 liegt.

Eine weitere, nicht dargestellte Ausbildung der Erfindung besteht in der radialen Zustellung einer sich in der Trennebene um die Hohlkörperachse drehenden Einzelschneide. Gem. Fig. 5 ist es auch möglich, den Ziehrand 4.1 des jeweils umgeformten Hohlkörpers 4 bei Doppelplatinen (oder des tiefgezogenen einfachen Bleches bei Einfachplatinen) unter Beibehaltung seiner Lage im Innenhochdruck-Umformwerkzeug 1 abzutrennen. Hierzu wird beispielsweise statt eines in einer Ringnut aufgenommenen nachgiebigen Ringes ein nachgiebiges Band 18.1 verwendet, das in einer Nut 16.1 aufgenommen ist, die sich entlang einer Trenns pur im Bereich des Ziehrandes 4.1 erstreckt. Diese kann in Abhängigkeit von der gewünschten Kontur des Ziehrandes 4.1 einen beliebigen Verlauf nehmen, wie z. B. den einer Geraden, eines Kreibogens oder einer Wellenlinie. Bei napfförmigen, rotationssymmetrischen Werkstücken kann die Trenns pur auch kreisförmig sein. Selbstverständlich ist das Trennen entlang einer den Hohlkörper 4 umgebenden Trenns pur auch durch die anderen erfindungsgemäßen Relativbewegungen möglich.

Im dargestellten Beispiel befinden sich sowohl im Werkzeugoberteil 2 als auch im Werkzeugunterteil 3 Nuten 16.1 mit darin angeordneten Bändern 18.1. Die Nuten 16.1 wirken gleichzeitig als Druckräume. Nach dem Umformvorgang wird einer der Druckräume (in diesem Fall der untere)

mit Druck beaufschlagt, so daß sich die Bänder 18.1 entsprechend verschieben und der Ziehrand 4.1 in diesem Bereich getrennt wird. In dem Druckraum des Werkzeugober-  
 teiles 2 kann dabei bedarfsweise ein hydraulischer Gegen-  
 druck erzeugt werden. Es ist jedoch auch möglich, den Ge-  
 gendruck mechanisch zu erzeugen.

Mit der Erfindung wird eine hochgenaue, effektive und elegante Lösung zum Trennen geschaffen. Der wesentliche Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung besteht dabei im Trennen des durch Innenhochdruckumformen hergestellten Werkstückes unter Beibehaltung seiner Lage im Innenhochdruck-Werkzeug, vorzugsweise unter Nutzung des Innenhochdrucks. Zusätzliche Trennvorrichtungen können dadurch entfallen, wodurch die Gesamtkosten wesentlich verringert werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Trennen eines nach dem Innenhochdruck- oder Hydroumformverfahren hergestellten Werkstücks (4), bei dem das das Werkstück (4)
  - nach dem Innenhochdruck- oder Hydroumformen im Umformwerkzeug (1) verbleibt und
  - durch wenigstens eine Schneidkante (22, 28, 30, 36, 38) getrennt wird, die in einer das Werkstück (4) durchdringenden Trennfläche (T) wirkt und zum Trennen aktivierbar ist, indem
  - das Umformwerkzeug (1) in der Trennfläche (T) geteilt ist und die mindestens zwei Werkzeugteile (2a, 3a und 2b, 3b) in der Trennfläche (T) relativ zueinander und zum Werkstück (4) bewegt werden, so daß die an den Werkzeugteilen (2a, 3a und 2b, 3b) ausgebildeten Schneidkanten (36, 38) das Werkstück (4) trennen, und/oder
  - das Umformwerkzeug (1) oder dessen Werkzeugteile (2a, 3a und 2b, 3b) ein weiteres Bauteil (18, 26) aufnehmen, das in der Trennfläche (T) relativ zum Umformwerkzeug (1) oder dessen Werkzeugteilen (2a, 3a, und 2b, 3b) und zum Werkstück (4) bewegt wird, so daß die am Bauteil (26) und/oder am Umformwerkzeug (1) oder dessen Werkzeugteilen (2a, 3a und 2b, 3b) ausgebildeten Schneidkanten (22, 28, 30) das Werkstück (4) trennen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das die Aktivierung der am Umformwerkzeug (1) ausgebildeten feststehenden Schneidkante (22) dadurch erfolgt, daß ein an dieser Schneidkante (22) anliegendes Bauteil (18) oder Hilfsmaterial durch ein unter Hochdruck stehendes Druckmedium in einer vom Druckraum wegweisenden Richtung von dieser Schneidkante (22) verdrängt wird, derart, daß sich das Werkstück (4) unter der Einwirkung eines unter Hochdruck stehenden Druckmediums an der freigelegten Schneidkante (22) auftrennt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktivierung der am Umformwerkzeug (1) ausgebildeten feststehenden Schneidkante (22) durch Schwingungsanregung eines an dieser Schneidkante (22) anliegenden und in Richtung der Trennfläche (T) schwingfähigen Bauteils (18) erfolgt, derart, daß sich das Werkstück (4) unter der Einwirkung eines unter Hochdruck stehenden Druckmediums an der im Rhythmus der Schwingungen freigelegten Schneidkante (22) auftrennt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwingungsanregung durch das auf das Werkstück (4) einwirkende Druckmedium erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche von 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktivierung der Schneidkante (28, 36, 38) durch deren Bewegung in der Trennfläche (T) erfolgt, wobei sich der von der Schneidkante (28, 36, 38) belastete Werkstückbereich an einem unter Hochdruck stehenden Druckmedium abstützt.
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche von 1 bis 5, mit einem geteilten Umformwerkzeug (1) zur Aufnahme eines Werkstücks (4), mit Dichtungsmitteln (8) zum Abdichten des Umformbereiches des Werkstückes (4) und mit Zuführmitteln zum Zuführen des Druckmittels in den Umformbereich des Werkstücks (4) hinein, dadurch gekennzeichnet, daß dem Umformwerkzeug (2) wenigstens eine das Werkstück (4) durchdringende Trennfläche (T) zugeordnet ist, in der wenigstens eine umlaufende Schneidkante (22, 28, 30, 36, 38) vorhanden ist, die während des Umformens mit der Innenkontur des Umformwerkzeuges (1) abschließt und zum Trennen durch eine in der Trennfläche (T) erfolgende Relativbewegung zum Werkstück (4) aktivierbar ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennfläche (T) senkrecht zur Längsachse (A) des als Hohlprofil ausgebildeten Werkstücks (4) steht.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Umformwerkzeug (2) in der Trennfläche (T) geteilt ist und in dieser Trennfläche (T) beide Werkzeugteile (2a, 3a und 2b, 3b) Schneidkanten (36, 38) aufweisen und relativ zueinander bewegbar sind.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eines der beiden Werkzeugteile (2a, 3a und 2b, 3b) in der Trennebene (T) in zwei zueinander senkrechten Achsen verschiebbar ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eines der beiden Werkzeugteile (2a, 3a und 2b, 3b) in bezug auf die Längsachse (A) des als Hohlprofil ausgebildeten Werkstücks (4) exzentrisch gelagert ist und eine exzentrisch umlaufende Bewegung der Schneidkante (36, 38) bewirkt.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Schneidkante (28) an einem in der Trennfläche (T) des Umformwerkzeuges (2) bewegbaren Ring (26) ausgebildet ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Ring (26) in der Trennebene (T) in zwei zueinander senkrechten Achsen verschiebbar ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Ring (26) in bezug auf die Längsachse (A) des als Hohlprofil ausgebildeten Werkstücks (4) exzentrisch gelagert ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Umformwerkzeug (1) eine an die Trennfläche (T) anschließende Nut (16) aufweist, in der ein mit der Innenkontur fluchtendes dünnes Formteil (18) umläuft, das durch einen auf das Werkstück (4) wirkenden Hochdruck derart in die Nut (16) drückbar ist, daß sich das unter Hochdruck stehende Werkstück (4) an der freigelegten Schneidkante (22) auftrennt.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Formteil (18) nachgiebig ausgebildet ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Außenmantel des Formteils (18) mit Druck beaufschlagbar ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche von 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Nut (16) und das Formteil (18) ringförmig ausgebildet sind.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche von 6 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Umformwerkzeug (1) mehrere Trennflächen (T) aufweist. 5

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

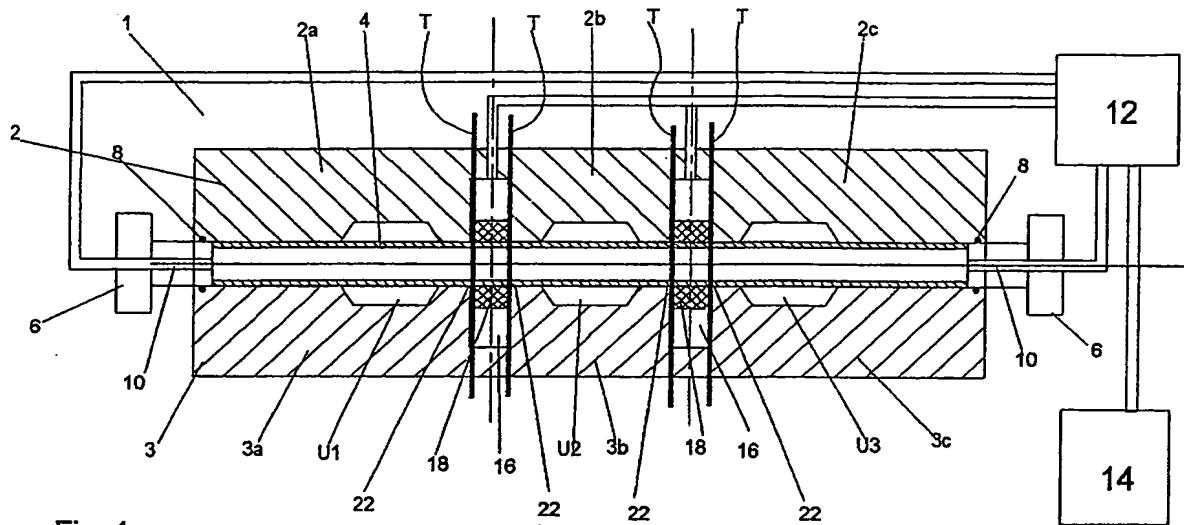


Fig. 1a

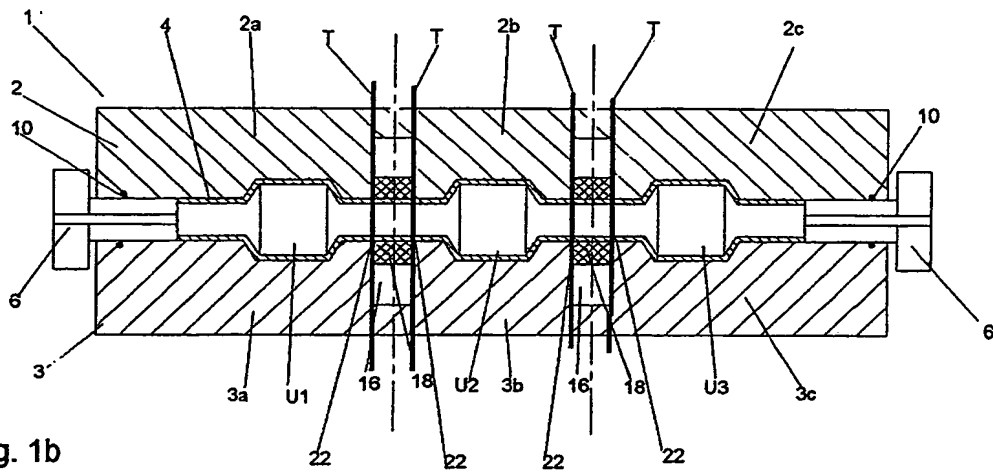


Fig. 1b

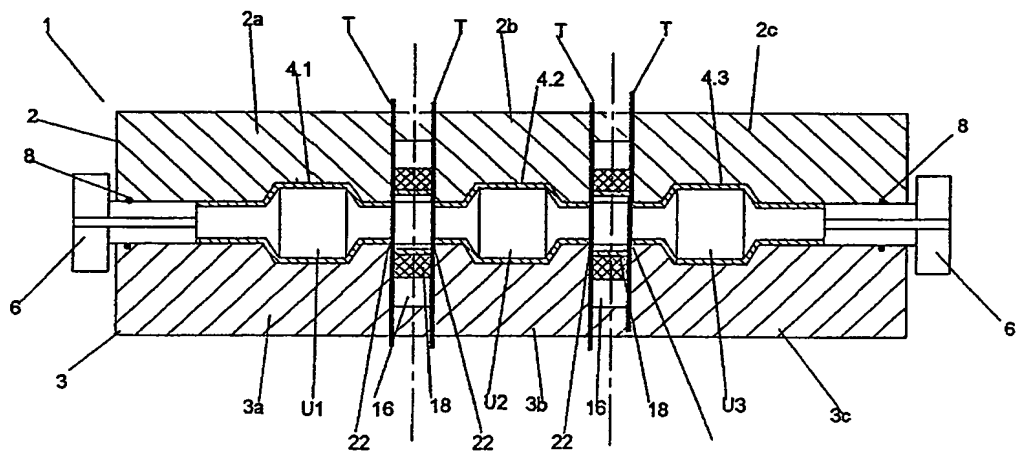


Fig. 1c

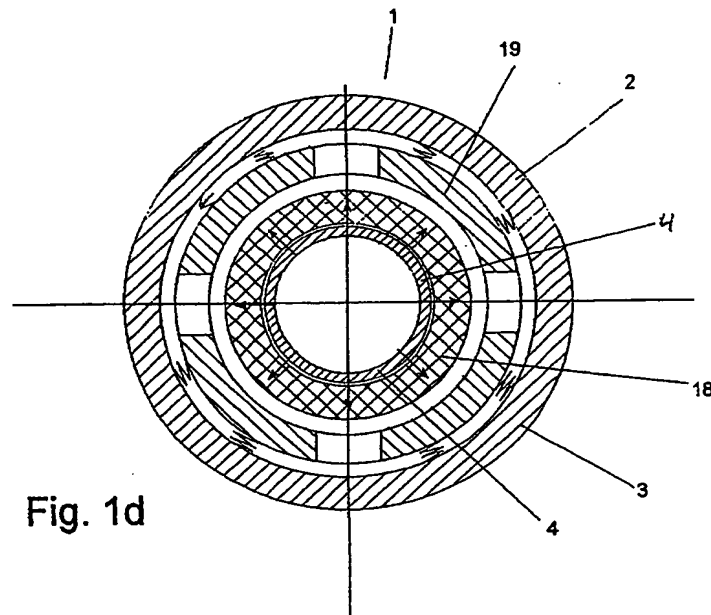


Fig. 1d

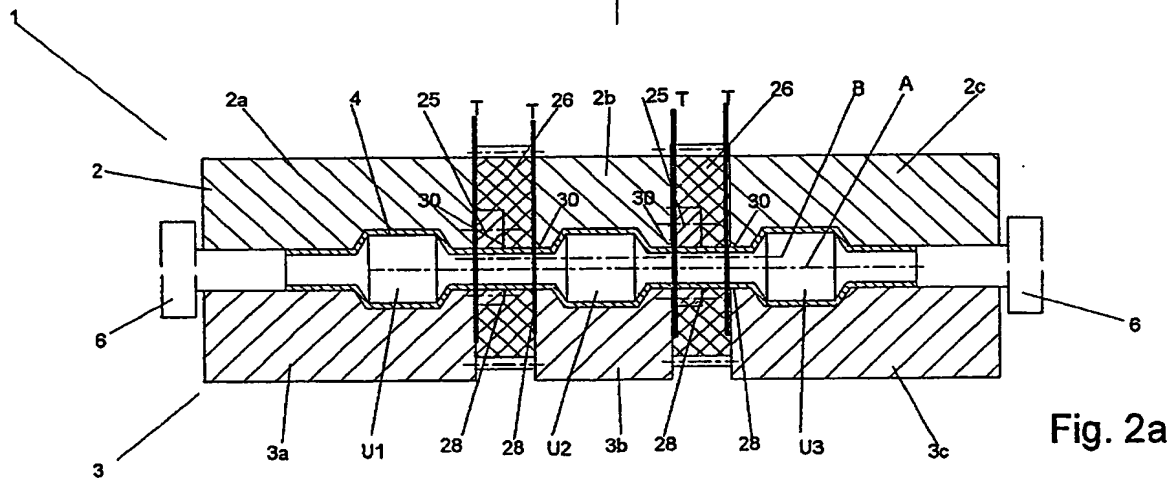


Fig. 2a

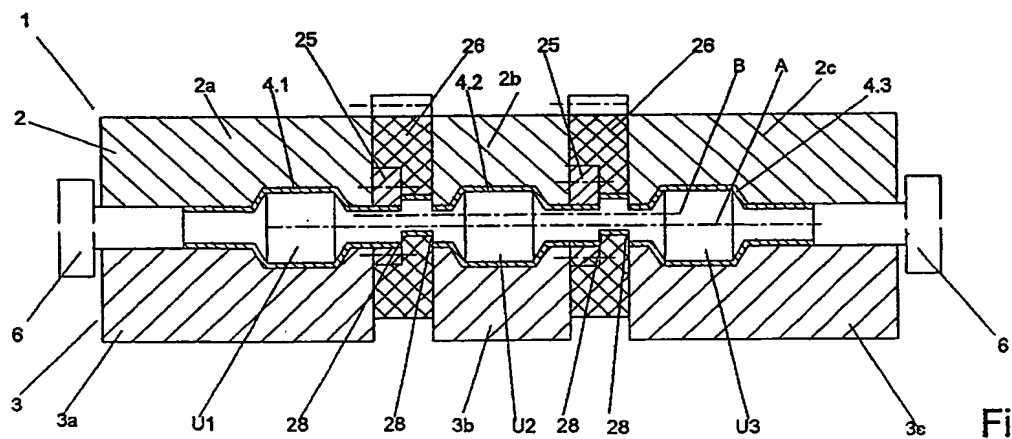


Fig. 2b



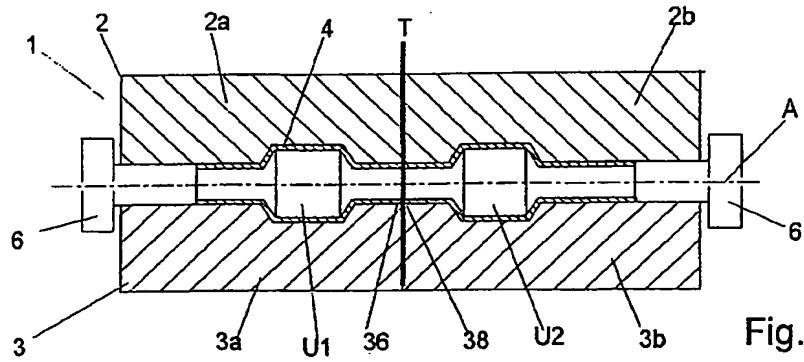


Fig. 3a

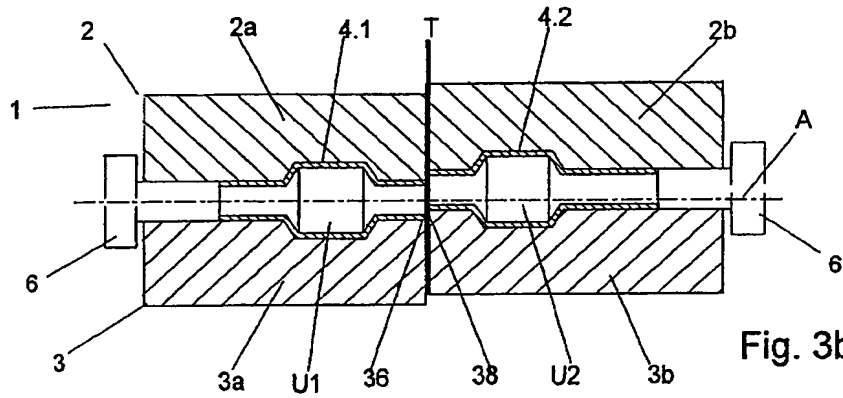


Fig. 3b

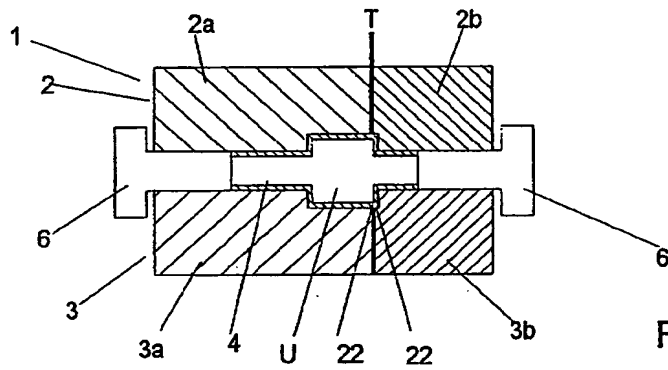


Fig. 4a

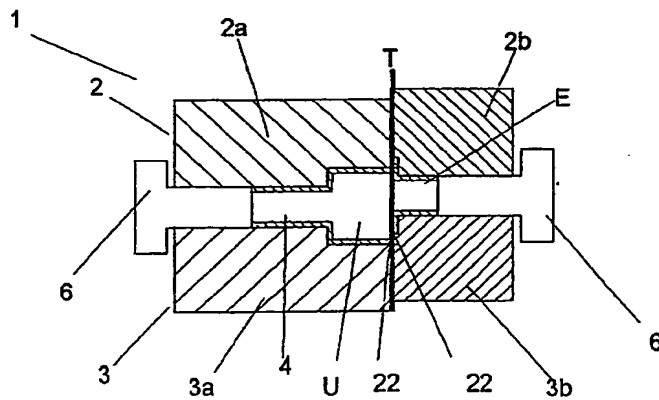


Fig. 4b

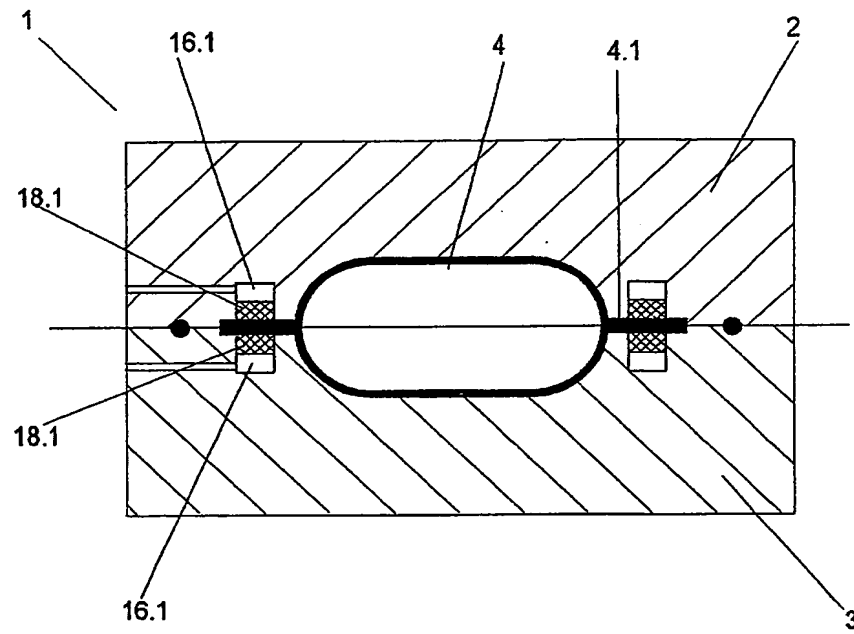


Fig. 5